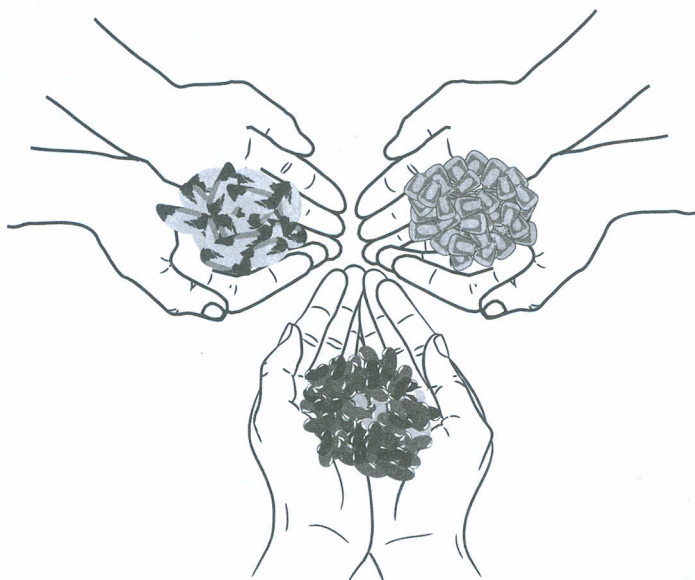


11

Recursos Genéticos Vegetais



*Vânia Cristina Rennó Azevedo
Juliano Gomes Pádua
Dijalma Barbosa da Silva
Ana Cristina Mazzocato
Ananda Virginia de Aguiar
Valderês Aparecida de Sousa
Fábio de Oliveira Freitas
Andréa del Pilar de Souza Peñaloza
Flávia França Teixeira
Antonieta Nassif Salomão*

436

Há bancos ativos de germoplasma suficientes na Embrapa para conservar toda a diversidade genética do Brasil?

Não. O que se tem são bancos ativos de germoplasma (BAGs) de diferentes culturas, distribuídos pelo País nas diferentes Unidades Descentralizadas (UDs). É importante compreender que os bancos de germoplasma não têm como finalidade conservar a biodiversidade, mas o máximo da variabilidade genética das espécies que são consideradas importantes para o homem para os diversos usos, principalmente alimentação. A Embrapa possui, sob sua responsabilidade, mais de 140 BAGs de cereais, leguminosas, fibrosas, oleaginosas, hortaliças, forrageiras, frutíferas, medicinais, corantes, estimulantes, inseticidas, ornamentais, florestais, palmeiras, raízes e tubérculos.

437

Com toda sua biodiversidade, o Brasil pode ser considerado autossuficiente em relação aos recursos genéticos para a alimentação da população?

Não. A biodiversidade brasileira, em comparação às espécies exóticas, é muito pouco utilizada na alimentação. A agricultura brasileira é quase totalmente dependente de recursos genéticos exóticos. A maior parte do que comemos, do que é considerado o prato típico do brasileiro comum, é exótico, como arroz, feijão, trigo, aveia, milho, soja, alface, tomate, cebola, alho, cenoura, banana, maçã, manga, laranja, limão, morango, mamão, coco, entre outras várias plantas. Entre as espécies nativas, as mais comumente utilizadas na alimentação são mandioca, amendoim, abacaxi, caju, cupuaçu, bacuri, baru, pequi, mangaba, maracujá, açaí, buriti, babaçu.

438

Qual é a importância dos recursos genéticos regionais?

Os recursos genéticos regionais são aqueles mais associados à cultura e às tradições de uma região. Adaptados àquela condição

ambiental, geralmente nativos e de uso e/ou cultivo muitas vezes restritos à região. No Brasil, esses recursos genéticos regionais são muito importantes, como as espécies madeireiras, medicinais, ornamentais e dos mais diversos usos. Para a alimentação, têm-se os seguintes exemplos de recursos genéticos regionais: açaí, cajá, castanha-do-pará, cupuaçu, pequi, baru, araticum, buriti, butiá, uvaia, pinhão, pitanga, cambuci, guabiroba, grumixama, sapucaia, licuri, caju, maracujá-do-mato, umbu.

439

Qual é a importância dos recursos genéticos regionais para a saúde?

Os recursos genéticos regionais são fontes importantes de nutrientes e compostos bioativos fundamentais para nossa dieta e alternativas econômicas para os agricultores, principalmente da agricultura familiar. Em 2015, o Ministério da Saúde com a contribuição de uma equipe multidisciplinar, elaborou a publicação *Alimentos regionais brasileiros*¹³, contendo uma extensa relação dos alimentos típicos de todas as regiões do País.

440

Os recursos genéticos vegetais podem ser conservados em propriedades rurais e em cidades?

Sim. Os recursos genéticos vegetais podem ser conservados em propriedades rurais e em cidades, nos parques, jardins e quintais.

441

Qual é a diferença entre um banco ativo de germoplasma (BAG) e uma coleção de plantas?

O BAG deve possuir representatividade da diversidade genética das espécies conservadas, tem a responsabilidade de atender a demandas de intercâmbio com outros países e instituições, assim

¹³Disponível em: <www.saude.gov.br/nutricao>.

como a demandas da sociedade. A coleção, de maneira geral, possui um número reduzido de acessos e não conserva uma amostra representativa da variabilidade genética do grupo-alvo.

442

Qual é a diferença entre banco de germoplasma e jardim botânico?

O banco de germoplasma tem como objetivo conservar espécies de importância atual e potencial para o homem. Para isso, foca na conservação da maior diversidade genética possível de uma mesma espécie, para que se garanta a existência de fontes de variabilidade para as mais diversas pesquisas científicas, especialmente para o melhoramento genético que busca desenvolver plantas mais adaptadas a condições extremas, como falta de água e calor, ou resistentes a doenças. O jardim botânico, por sua vez, tem como foco representar o máximo da diversidade vegetal. Assim, costuma ter enorme variedade de espécies de plantas, mas pouca variabilidade genética de cada espécie, pois conserva poucos exemplares de cada.

443

Qual é a diferença entre semente e grão?

A semente é um insumo agropecuário que possui a capacidade de germinar e gerar uma nova planta. Já o grão pode não apresentar a capacidade de germinar, sendo destinado ao consumo alimentício ou industrial.

444

Plantas nativas e exóticas podem ser conservadas em um mesmo local?

Sim. No entanto, cuidados devem ser tomados para que não ocorra mistura entre as sementes ou cruzamentos entre espécies próximas geneticamente.

445

O que é o ciclo de uma planta e quais são os tipos de ciclo que existem?

O ciclo diz respeito ao tempo de vida da planta, podendo ser anual ou perene. Essa classificação é regional. Uma mesma espécie pode ser selecionada como anual numa localidade e perene em outra. As plantas de ciclo anual germinam, desenvolvem e reproduzem em menos de 1 ano e priorizam a produção de sementes para atravessarem períodos desfavoráveis. Ocorrem, normalmente, em áreas de campo alteradas por distúrbios naturais (seca, geada, erosão) ou pelos homens (lavração, fogo, superpastejo, uso de herbicidas). As plantas perenes sobrevivem por vários anos; em geral apresentam um crescimento inicial mais lento, priorizando o acúmulo de reservas. Essas produzem menos sementes que as espécies anuais.

446

Além da alimentação, quais outros usos as plantas podem ter que justifiquem sua conservação?

Há múltiplos usos de plantas que justificam sua conservação, como medicinal, artesanal, ornamental, madeireiro, industrial, paisagístico, pastagem, entre outros.

447

Qual é o tempo requerido e quais são as atividades necessárias para que um acesso de germoplasma vegetal possa chegar à mesa do consumidor?

O tempo requerido pode ser superior a uma década; e, para o desenvolvimento das atividades necessárias, deve-se contar com a dedicação de técnicos treinados na área de recursos genéticos e melhoramento genético. No momento da coleta, sementes, estacas, mudas e propágulos coletados são devidamente georreferenciados e identificados pelo coletor com descrição de características particulares do acesso, ambiente e data. Durante a coleta, se possível, é coletado um ramo florido que se constituirá em um exemplar de

referência a ser depositado em um herbário e identificado por um especialista em botânica.

Após a coleta, o acesso é encaminhado para depósito em um BAG, em que será registrado de forma eletrônica e propagado para obtenção de sementes/mudas. Nessa fase, são realizadas caracterizações botânica, morfológica, genética, química, fitopatológica e agrônômica. A partir daí, o acesso poderá integrar as coleções de trabalho típicas dos programas de melhoramento. Nos programas de melhoramento, dependendo das espécies e seus atributos, o acesso poderá ser inserido em ensaios preliminares de competição de linhagens/variedades ou ser utilizado em programas de cruzamento com materiais elites ou ainda ser utilizado como fonte de genes em protocolos de engenharia genética. Essas etapas ocorrem ainda em laboratórios e campos experimentais.

Posteriormente, o acesso ou os materiais derivados de seu *pool* gênico são avaliados em vários locais por vários anos, em competição com as cultivares locais. Após esses ensaios, são realizadas análises estatísticas conjuntas, que são apresentadas em reuniões técnicas com especialistas e produtores para referendar sua recomendação para determinada região e/ou época de cultivo e sistema de produção. Após algumas gerações de multiplicação de sementes/mudas, o acesso passa a ser produzido em lavouras em larga escala, beneficiados e distribuídos para as redes comerciais de alimentos e, conseqüentemente, chega à mesa do consumidor. Para ser comercializado, o acesso deve ser registrado como cultivar no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

448

Quantas espécies vegetais a Embrapa conserva? Como essas espécies foram escolhidas?

A Embrapa conserva mais de 700 espécies de plantas de mais de 300 gêneros. As principais espécies conservadas são as de importância direta para a alimentação, agricultura, e outros usos como medicinal, forrageiro, ornamental e industrial. Para algumas dessas espécies, a Embrapa também conserva seus parentes silvestres. Essas

plantas não são comumente cultivadas, mas carregam consigo características importantes de adaptação, tolerância e resistência a fatores bióticos e abióticos. Essas características podem vir a ser introduzidas nas espécies cultivadas por meio de cruzamentos e melhoramento tradicional, por isso é importante conservá-las também.

449

Como está estruturada a conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa?

A Embrapa possui 42 Unidades Descentralizadas, das quais 29 estão envolvidas na conservação de recursos genéticos vegetais. Nessas Unidades, as coleções são denominadas coleções ativas ou BAG que constituem a fonte de materiais para os mais diversos tipos de pesquisa científica da Embrapa e parceiros. É dessas coleções também que saem materiais que são disponibilizados para a sociedade de forma geral. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia é responsável por coordenar e gerenciar todo esse sistema. É também responsável pela manutenção das coleções em médio e em longo prazo de toda a Empresa. Essas são denominadas coleção de base (Colbase) para semente e material *in vitro*. A Colbase representa o primeiro nível de cópia de segurança das coleções de recursos genéticos da Empresa que estão nas demais 28 Unidades.

450

Quais outras instituições, no Brasil, conservam recursos genéticos vegetais?

As organizações estaduais de pesquisa agropecuária (Oepas) como Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro); universidades como Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf). Também o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (Inpa) e a Emater em diferentes estados do Brasil, entre outras. Além das instituições públicas, várias comunidades, como a Semente da Paixão e a Via Campesina, também possuem seus bancos comunitários de sementes. Essas conservam suas variedades crioulas e muitas vezes recebem apoio técnico da Embrapa, das Oepas ou de universidades e apoio financeiro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) ou da Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA), antigo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

451

Quais outras instituições no mundo conservam recursos genéticos vegetais?

Praticamente todos os países possuem seus sistemas nacionais de conservação, semelhante à Embrapa no Brasil. Além dos sistemas nacionais nos diferentes países, existe o Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) que conserva mais de 700 mil acessos em 11 centros internacionais, distribuídos estrategicamente pelo mundo¹⁴.

452

A Embrapa conserva espécies ameaçadas de extinção em BAGs e na Colbase?

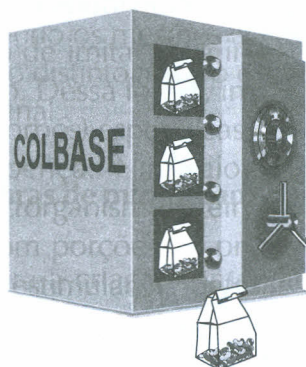
Apesar de não ser o foco do trabalho da Embrapa, algumas espécies ameaçadas de extinção podem ser encontradas em seus bancos, principalmente aquelas que são parentes de espécies cultivadas, como o abacaxi, o maracujá, entre outras, mantidas em campo e na Colbase. Há, ainda, espécies perenes importantes mantidas em BAGs, como o pinheiro do Paraná, a castanha-do-pará e sementes conservadas na Colbase de espécies madeireiras, como amburana, cedro, ipês e outras.

¹⁴Disponível em: <<https://www.cgiar.org/>>.

453

Qualquer pessoa pode obter semente diretamente da Colbase?

Não. A Colbase é a coleção de segurança de um sistema de conservação. Os responsáveis pela disponibilização de materiais são os curadores de BAGs. Caso um material conservado na Colbase seja de interesse do usuário e não conste como material do BAG, o curador da Colbase disponibiliza esse material para o BAG, que deverá multiplicá-lo e, em seguida, disponibilizá-lo ao interessado.



454

Por que nem todos os acessos de um banco de germoplasma estão disponíveis aos usuários?

Porque nem todos os acessos possuem sementes em quantidade suficiente para sua distribuição. Assim, seria preciso multiplicar as sementes antes da distribuição. No caso de acessos conservados in vitro, é preciso realizar a multiplicação prévia do material. Já os acessos conservados a campo, é preciso aguardar o período de reprodução da planta. Ainda há casos em que o banco recebeu materiais de outras instituições que podem ter imposto restrições ao uso e à disponibilização dos acessos.

455

Como o Brasil, um país tropical, consegue produzir produtos de origem temperada como soja e maçã?

Um conjunto de ações de pesquisa foi necessário para possibilitar a adaptação de cultivos como a soja e a maçã. O uso da diversidade genética dessas espécies foi fundamental para o desenvolvimento de cultivares adaptadas às nossas condições tropicais.

456

Qual é a diferença entre planta dioica, monoica e hermafrodita?

Em plantas dioicas, as flores femininas e masculinas são encontradas em indivíduos diferentes. Em plantas monoicas, há flores de ambos os sexos em um mesmo indivíduo. Em plantas hermafroditas, as estruturas masculinas e femininas encontram-se na mesma flor.

457

Qual é o ganho da sociedade quando o germoplasma é conservado em BAG e em coleções?

Os pesquisadores coletam materiais em áreas de ocorrência natural, em áreas de produção, em áreas de agricultores, comunidades tradicionais e de povos indígenas. Assim, há casos em que esses materiais não existem mais na natureza ou em áreas de cultivo, mas estão conservados nos BAGs e coleções de germoplasma. Um dos trabalhos executados pelos bancos é devolver esses materiais aos agricultores e às comunidades tradicionais e aos povos indígenas. Por exemplo, a Colbase já devolveu sementes para os índios Krahô e para agricultores da região de Alto Paraíso, GO. Vários bancos da Embrapa têm exemplos semelhantes. Assim, além do apelo econômico, há que se destacar a importância social da conservação dos recursos genéticos.

458

Como é possível obter informações sobre o acervo vegetal conservado pela Embrapa e por outros países?

A Embrapa desenvolveu o Portal Alelo¹⁵. Além de apoiar os pesquisadores e curadores no manejo de seus bancos, o Alelo permite que qualquer cidadão tenha acesso às informações sobre o acervo conservado pela Embrapa e também por outras instituições brasileiras que fazem uso do portal. Em nível mundial, há o Genesys¹⁶ e outros sistemas como o Grin Global e o Eurisco, por exemplo.

¹⁵ Disponível em: <<http://alelo.cenargen.embrapa.br/>>.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.genesys-pgr.org>>.

459 O que é protandria?

A protandria é uma condição assincrônica de reprodução em que a liberação do pólen das anteras (parte masculina do sistema reprodutivo vegetal) ocorre antes dos estigmas (parte feminina do sistema reprodutivo vegetal) estarem receptivos. Essa característica, também denominada polinização cruzada ou alogamia, favorece o cruzamento entre indivíduos diferentes e leva à heterozigosidade.

460 Qual é a importância da protandria para a multiplicação de espécies com essa característica?

Em ações de multiplicação de sementes, em bancos de germoplasma, ou para cruzamento de plantas para pesquisa, é importante saber se os materiais a serem cruzados apresentam protandria, para que os plantios sejam escalonados de tal forma que os florescimentos masculino e feminino coincidam, e, assim, a fecundação seja bem sucedida. Em alguns casos, é necessário armazenar os grãos de pólen e promover a polinização manual, quando a parte feminina estiver madura e receptiva.

461 Organismos geneticamente modificados (OGMs) e híbridos artificiais podem ser considerados recursos genéticos?

Sim. Todo material genético de valor real ou potencial é considerado recurso genético. Entretanto, há que se ter alguns cuidados na conservação e nos usos desses materiais para evitar contaminações dos recursos genéticos. OGMs podem ser conservados em bancos de sementes, podem vir a ser utilizados em pesquisa científica, assim como os híbridos. Linhagens constituem parte dos materiais que podem ser conservados em bancos de sementes, pois constituem material com características de interesse.

462 Quais são as cores naturais das fibras de algodão?

Os algodões com fibras coloridas existem na natureza, e há relatos de seu cultivo que datam de 2700 a.C. Entretanto, o algodão

de fibra branca é o mais comum. No Brasil, algodões silvestres possuem tonalidades esverdeada e marrom em seus rudimentos de fibra. Em virtude do melhoramento genético, variedades coloridas foram disponibilizadas para o cultivo. Essas variedades evitam a poluição do meio ambiente, pois não é necessário o tingimento de suas fibras, e os cursos d'água não recebem os dejetos da tinturaria. Outra vantagem dessas variedades é que, por suas fibras serem naturalmente coloridas, o tecido não desbota.

463

Quais são os recursos genéticos vegetais nativos de importância para o agronegócio, o produto interno bruto (PIB) e o produto interno bruto regional (PIBR)?



Os recursos genéticos vegetais que contribuem para o agronegócio brasileiro, o PIB e o PIBR, são a mandioca e seus derivados utilizados nas indústrias de adesivos, têxtil, papel e celulose, tintas, explosivos, medicamentos, combustível, bebida, desinfetante, perfumaria e calçados; as palmeiras e seus derivados de utilização direta na alimentação, ou produtos processados como palmito, açaí, fibras e ceras; e, ainda, amendoim, castanha-do-pará, castanha-de-caju, pinhão, madeira serrada e semiprocessada, borracha, abacaxi e outras frutas de importância regional.

464

Quais são os critérios para a multiplicação/regeneração de acessos de plantas autógamas e alógamas?

A multiplicação/regeneração de plantas autógamas é feita com menor quantidade de indivíduos, pois, em razão do sistema de

cruzamento, essas plantas tendem a ter menor variabilidade genética entre as sementes do mesmo acesso. Já das plantas alógamas, o processo de multiplicação/regeneração de um acesso utiliza uma grande quantidade de indivíduos, de forma a garantir a manutenção da variabilidade genética dentro do acesso e, assim, minimizar a possibilidade de perda de alelos.

465 **Microrganismos e pragas podem estar associados às sementes conservadas em câmara fria?**

Fungos, bactérias, vírus e insetos-pragas, em sua fase larval, podem estar associados ao germoplasma semente conservado. Não é recomendado tratar germoplasma semente antes de sua conservação; e, no caso de pragas, é necessária a fumigação do material antes de sua conservação.

466 **Qual deve ser a periodicidade de monitoração de sementes armazenadas em câmara frias?**

O intervalo de monitoramento depende da espécie, da qualidade inicial das sementes e das condições em que foram armazenadas. Na Tabela 1, têm-se exemplos de periodicidade de monitoramento para germoplasma semente.

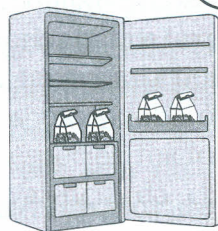
Tabela 1. Intervalos ideais de tempo para o monitoramento de germoplasma semente.

Percentuais iniciais de germinação	Intervalo de tempo (anos)			
	Banco ativo de germoplasma (4 °C)		Coleção em longo prazo (-20 °C)	
	Sorgo, milheto, grão de bico	Amendoim	Sorgo, milheto, grão de bico	Amendoim
< 85	5	3	10	5
85–95	8	5	15	8
> 95	10	8	20	10

467

Sementes podem ser conservadas em geladeiras?

Sim. Desde que as condições do ambiente interno da geladeira atendam aos requisitos ideais de conservação, baixas umidade e temperatura, como ocorre em BAGs que conservam seus acessos em médio prazo.



468

Qual é a distância mínima para a multiplicação/regeneração segura de acessos e/ou espécies de polinização cruzada?

Não existe uma regra padrão para todas as plantas. Para plantas de polinização cruzada, levar em consideração as distâncias de isolamento de acordo com o tipo de polinizador, isolamento temporal para evitar contaminação com pólen de outras plantas compatíveis, isolamento das inflorescências e polinização manual, são exemplos de mecanismos para evitar a contaminação.

469

Como são feitas a multiplicação e a regeneração de acessos conservados in vitro?

A multiplicação é feita por subcultivos ou repicagens do material biológico. Para acessos que passam por subcultivos sucessivos ou são mantidos em condições de crescimento mínimo por longo período de tempo, a regeneração pode ser feita em casa de vegetação ou em campo para sua revitalização e reintrodução in vitro.

470

Qual é a diferença entre plantas hibernais e plantas estivais?

A diferença entre plantas hibernais e estivais diz respeito à época do ano em que concentram seu crescimento: inverno

e verão. Plantas hibernais são as plantas que completam o seu ciclo no inverno e são plantadas no verão. São forrageiras de clima temperado, de dias menos ensolarados, geralmente de pequeno crescimento, talos finos e folhagem tenra. Hibernais de inverno ou temperadas são espécies que crescem nos meses mais frios do ano. Germinam ou rebrotam no outono, desenvolvem durante o inverno, florescem na primavera. Durante o verão, as elevadas temperaturas aliadas a períodos secos provocam a morte dessas plantas, quando anuais, ou redução do seu crescimento, quando perenes.

Plantas estivais são as que completam o seu ciclo no verão. São forrageiras de clima tropical de grande crescimento, colmos grossos e folhas largas. Requerem bastante luz e calor, sentem o frio intenso. Estação quente, estivais de verão ou tropicais são espécies que crescem durante os meses mais quentes do ano, iniciam seu rebrote na primavera, crescem e frutificam no período verão-outono. Com a chegada do frio, podem morrer (anuais) ou paralisar seu crescimento (perenes).

471

Num mesmo BAG, podem ser conservadas plantas hibernais e estivais?

Sim. A conservação no mesmo BAG independe da época de crescimento e do ciclo das plantas.

472

A multiplicação de germoplasma fora da sua região de origem pode interferir ou alterar sua estrutura genética?

Sim. Sempre que possível, o ideal é que a regeneração seja realizada no local de origem. Na maioria das vezes, entretanto, isso não é possível. Nessas situações, é ideal que se busque as condições ambientais que não favoreçam alguns genótipos em detrimento de outros, de modo que a perda de alelos seja evitada ao máximo. Se isso não for possível deve-se procurar fazer parceria

com instituições que possam promover as condições ideais de regeneração.

473

Qual é o percentual da diversidade de plantas utilizada para alimentação humana?

No mundo existem mais de 300 mil espécies de plantas. Dessas, cerca de 30 mil são comestíveis, mas apenas cerca de sete mil são utilizadas pelo homem e apenas 120 são cultivadas. Três espécies, milho, soja e arroz, constituem 50% das calorias ingeridas pelo homem. Cerca de 30 espécies constituem 95% da dieta humana. Apesar de termos uma diversidade ampla de espécies, utilizamos apenas pouco mais de 30 espécies para nossa alimentação.

474

O que são parentes silvestres das plantas cultivadas e qual é sua importância para o melhoramento de plantas?

Parentes silvestres são espécies de plantas que ainda não foram manipuladas/domesticadas pelo homem e ocorrem na natureza espontaneamente, sobrevivendo à sorte em condições extremas, como secas, inundações, calor, frio, pressão antrópica, e ainda adquiriram resistências a pragas e doenças que causam tantos danos às culturas afins. Os parentes silvestres de plantas cultivadas constituem um manancial genético valioso para uso em programas de melhoramento pelas características de adaptação desenvolvidas ao longo do processo evolutivo. Neles, podem estar as respostas para questões que afligem a produção de alimentos para a sociedade, como estresses climáticos e proliferação de pragas e doenças, entre outras. O tomate, por exemplo, é uma das plantas cultivadas que muito se beneficiou dos genes de parentes silvestres, sem os quais o tomate moderno não existiria. Dessa forma, a conservação dos parentes silvestres de plantas cultivadas faz-se necessária tanto *in situ*, *on farm*, quanto *ex situ*.

Qual é a importância do pré-melhoramento de plantas para os recursos genéticos?

O pré-melhoramento é um conjunto de atividades que permite a incorporação de características desejáveis em uma planta cultivada e, ao mesmo tempo, reduz as características indesejáveis. É responsável pelo enriquecimento da variabilidade no pool gênico de espécies cultivadas por meio da exploração de germoplasma não adaptado, como variedades crioulas e parentes silvestres. Essas plantas não são usadas diretamente em programas de melhoramento. O pré-melhoramento promove a ligação entre o BAG e os programas de melhoramento, por meio do desenvolvimento dos chamados produtos pré-tecnológicos. Esses materiais não são mais o germoplasma original do BAG, pois cruzamentos e seleções foram realizados, tampouco são cultivares prontas para serem lançadas. Por exemplo, podemos ter uma planta de mandioca que produz raízes de fácil cozimento, porém, ela é muito suscetível a uma praga. Por outro lado, existe outra mandioca de difícil cozimento, mas resistente a essa praga. O homem cruza essas duas plantas e seleciona, entre as plantas filhas, aquelas que ao mesmo tempo apresentam as duas características desejáveis: resistência contra praga e raízes de fácil cozimento. Porém, em alguns casos, uma característica é encontrada em um parente da espécie cultivada. Para esses casos, o sucesso dos cruzamentos é baixo, e muitas características indesejáveis do ponto de vista agrícola que estão presentes no parente silvestre dificultam a utilização das plantas filhas.

Quando o homem iniciou o processo de domesticação de plantas?

Sabe-se que o homem iniciou o processo de domesticação de plantas há cerca de 10 mil anos. Essa domesticação se iniciou em diversas regiões do planeta, mais ou menos ao mesmo tempo, mas de forma independente. Oriente Médio, Sudeste Asiático, Américas, Mediterrâneo, África são alguns dos locais onde populações

humanas começaram a domesticar espécies. A domesticação de plantas pelo homem pode ser considerada uma das suas mais valiosas conquistas.

477

Quais são as possíveis consequências da domesticação de plantas?

Na domesticação, o ser humano modificou características básicas das plantas, por meio de cruzamentos artificiais e seleção. Entre as características alteradas, está a dispersão de sementes. Espécies silvestres têm diversas estratégias para dispersar suas sementes e, assim, garantir sua perpetuação e gerações futuras. Já as espécies domesticadas apresentam dispersão de sementes limitada, o que facilita sua colheita. Desse modo, ao limitar a dispersão das sementes, a sobrevivência dessas plantas passou a depender das pessoas que a cultivavam, garantindo o material necessário para plantios sucessivos.

478

Quais são as primeiras espécies de plantas que foram domesticadas?

As primeiras espécies de plantas domesticadas ainda são utilizadas até hoje. São elas: trigo, cevada e lentilha. Outras que podemos destacar são: milho, feijão, algodão, batata, abóbora, batata-doce, mamão, tomate, tabaco, abacate, pimentas, soja, arroz, cana-de-açúcar, centeio, aveia, ervilha, tâmaras, pêssago, figo, citros, uva, oliveira, café, milheto, cebola, melancia, cevada e outros. No Brasil, a mandioca, o amendoim e o abacaxi se destacam.

479

Quando o homem iniciou a conservação de alimentos e de semente em banco de germoplasma?

A conservação de alimentos na forma de sementes é algo que o ser humano começou a fazer como consequência da domesticação das espécies e ganhou volume muito maior com o crescimento da

agricultura. A conservação em bancos de germoplasma semente teve início com Vavilov, na Rússia, no início do século 20.

480

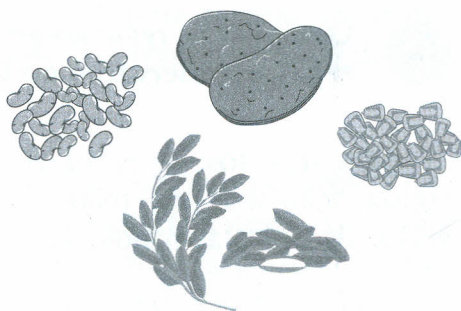
Qual é a importância de amostras arqueológicas para o conhecimento do processo de domesticação das plantas?

As amostras arqueológicas podem nos ajudar a conhecer melhor a história da espécie, identificando o local e em que período a espécie foi domesticada. É possível saber como era o ambiente onde ela foi domesticada, quais suas características iniciais e o que foi modificado ao longo do tempo. Pode-se comparar a espécie atual com seu ancestral original, há centenas ou milhares de anos. Paralelamente, pode-se conhecer a história das próprias populações humanas que utilizavam a espécie, uma vez que a difusão de espécies ocorreu a partir das migrações, contatos e relações que os diversos grupos humanos mantinham entre si. Ainda, há condições de estudar sua evolução genética por meio da utilização das modernas ferramentas de genômica.

481

Quais são as espécies de plantas com maior contribuição no fornecimento de energia para o ser humano?

Atualmente, 30 espécies fornecem 95% das calorias consumidas pelos seres humanos. Destas, apenas quatro (arroz, soja, milho e batata) representam 60% do total das calorias ingeridas.



482

O que são substâncias bioativas?

São substâncias capazes de regular certas funções corporais, auxiliando na proteção do organismo contra doenças.

483

Quais são as espécies de plantas com maior contribuição no fornecimento de substâncias bioativas para o ser humano?

Frutas, legumes e cereais integrais, por exemplo, contêm grande parte das substâncias funcionais e, por isso, devem ser consumidos diariamente. Como exemplos têm-se o abacate (rico em vitaminas E e C, potentes antioxidantes), alho e cebola (alicina e compostos derivados), chá-verde (compostos fenólicos, antioxidantes), couve, brócolis, repolho e nabo, entre outros vegetais crucíferos (glicosinolatos, antioxidantes e fibras), aveia, trigo e arroz integral, entre outras fibras (ricos em glucanas), pimenta (capsaicinoides), tomate vermelho, amora e goiaba vermelha (carotenoide, licopeno).

484

Quais são as espécies de plantas com maior contribuição para o fornecimento de matéria-prima para indústria?

Entre as principais espécies estão o algodão, no fornecimento de fibras; o eucalipto, no fornecimento de celulose para a fabricação de papel; a cana-de-açúcar para a produção de etanol; o pinus no fornecimento de resina para a fabricação de cola; e várias espécies arbóreas no fornecimento de madeira para os mais diversos usos.

485

Quais são os recursos genéticos prioritários para a alimentação e conservação no Brasil?

Os recursos genéticos prioritários para a alimentação e a conservação são: soja, milho, cana-de-açúcar, café, laranja, arroz, feijão, trigo, batata, mandioca, amendoim, cevada, banana e tomate.

486

A conservação de recursos genéticos a campo pode ser feita em sistemas consorciados ou sistemas agroflorestais?

Sim. Desde que o ambiente permita o desenvolvimento das plantas, isto é, o consórcio não pode prejudicar o crescimento e

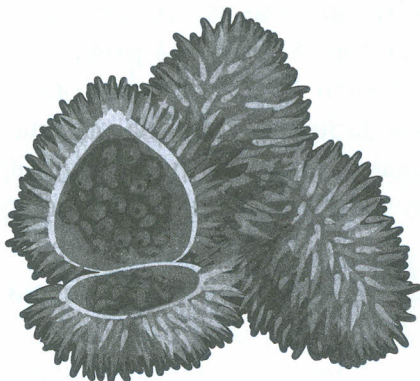
o estabelecimento das plantas, por competição, por exemplo. É importante que se atente para a correta identificação dos acessos e número mínimo de plantas por acesso, entre outros cuidados.

487

O que são plantas negligenciadas e subutilizadas? Qual a importância de sua conservação?

As plantas negligenciadas e subutilizadas (*neglected and underutilized species* – NUS) são aquelas pouco utilizadas ou substituídas por culturas comerciais. Se essas plantas não forem conservadas, poderão desaparecer do ambiente natural em que ocorrem. Além disso, elas possuem características que lhes conferem resistência a

pragas e doenças comuns às espécies comerciais. Podem estar mais bem adaptadas às mudanças climáticas e ajudar a mitigar a fome em ambientes inóspitos às espécies comerciais.



488

A quantidade de sementes utilizada para a conservação de uma espécie é importante para a representatividade da sua variabilidade genética?

Sim. Espécies autógamas demandam menos quantidade de sementes por acesso, visto que tendem a apresentar menor variabilidade genética dentro do acesso. Espécies alógamas, por outro lado, tendem a apresentar alta variabilidade genética dentro do acesso, por isso é necessário conservar grande quantidade de sementes, assim como usar muitas sementes para a regeneração. Plantas de propagação vegetativa, em razão do modo de propagação, também apresentam menor variabilidade dentro do acesso. Na verdade são clones e, por isso, demandam menor quantidade de plantas por acesso.

O que são cópias de segurança das coleções de recursos genéticos de plantas?

As cópias de segurança constituem-se na duplicação de amostras de acessos de uma coleção, como forma de garantir a segurança do material. O ideal é que uma coleção esteja duplicada em pelo menos dois locais diferentes do local de origem das amostras, preferencialmente, em dois países. As cópias de segurança são enviadas na forma de caixa-preta (*black box*) e não são intercambiadas. O local que receber a cópia de segurança tem a única responsabilidade de manter o material recebido em condições ambientais adequadas. Qualquer manipulação, regeneração/multiplicação é de responsabilidade do local de origem das amostras.

Como fazer uma cópia de segurança de um BAG a campo?

Infelizmente, ter cópias de segurança nas mesmas condições do BAG é inviável. São necessários recursos humanos para o manejo das plantas, além de área para a duplicação do BAG. Hão de se buscar metodologias alternativas de conservação, como a conservação *in vitro* e a criopreservação para garantir a duplicação segura da coleção, mesmo que não na forma original em que o banco está sendo conservado. Essa é a realidade para a maioria das plantas, cuja conservação de sementes é inviável.

Como são definidos os acessos para as espécies florestais?

Os acessos para espécies florestais são definidos considerando a procedência do material, a forma de coleta e a propagação para a composição da nova população. Quando se mantêm separadas as sementes das árvores individuais, têm-se os acessos em nível de progênies. No entanto, se a coleta for feita mantendo-se somente a procedência e misturando-se as progênies, teremos os acessos em nível de procedências. Se o BAG for formado por clones, o acesso será em nível de clone.

492

Quais são as principais estratégias de conservação dos recursos genéticos florestais?

Os recursos genéticos florestais podem ser conservados *in situ* ou *ex situ*. A estratégia mais indicada é a conservação *in situ*. A conservação *ex situ*, utilizando plantios,

tecidos, sementes ou pólen, podem funcionar como uma complementação à conservação *in situ*. Essa forma de conservação deve ser praticada, principalmente, no caso das espécies mais ameaçadas com pequenos fragmentos inviáveis geneticamente. Quando se colocam os indivíduos desses fragmentos em um plantio, sua proximidade pode oferecer o cruzamento entre eles, restaurando parte da viabilidade perdida.



493

O que significa população, subpopulação e meta-população?

População é um conjunto de indivíduos trocando genes entre si. Uma população pode também ser composta por um conjunto de subpopulações dentro de uma determinada região. A meta-população é um conjunto de populações que trocam genes entre si, em uma região.

494

Como amostrar os recursos genéticos florestais para conservação e melhoramento genético?

A amostragem deverá considerar a diversidade genética, intra e entre populações, o sistema reprodutivo, o fluxo gênico e outras características biológicas. Se não houver resultados sobre a diversidade genética, a estratificação da área amostrada deve ser feita

para uma maior representatividade da amostra. A distância entre os indivíduos amostrados varia em função do fluxo gênico de cada espécie.

495

Qual é o efeito da endogamia na conservação dos recursos genéticos florestais?

Para as espécies florestais, a endogamia (ver pergunta 340) é extremamente prejudicial. Afeta a germinação, aparecimento de plântulas albinas seguidas de morte, baixo desempenho no campo e morte antes de se tornar adulta. O efeito da endogamia pode levar à extinção de uma população e/ou espécie. As populações com maior grau de endogamia apresentam, geralmente, maior dificuldade de adaptação em diferentes ambientes, bem como de suportar situações ambientais extremas.

496

Para fins de conservação, como os grãos de pólen são classificados?

Os pólenes são classificados como ortodoxos ou recalcitrantes, assim como as sementes. Para maioria das espécies florestais, os pólenes têm comportamento ortodoxo. Por exemplo, a araucária, que possui semente recalcitrante, tem grãos de pólen tolerantes à secagem e ao armazenamento.

497

Como realizar a conservação de pólen?

A conservação de pólen é uma conservação ex situ que contempla o gameta masculino em espécies florestais, principalmente das espécies dioicas. Para melhor conservação, deve-se proceder à coleta no estágio adequado, à secagem e ao armazenamento em condições adequadas para garantir a viabilidade do pólen. Geralmente, a combinação entre liofilização e criopreservação é a

metodologia promissora para a conservação, em longo prazo, do pólen.

498

Como é estimado o tamanho efetivo populacional, e como esse parâmetro é aplicado na conservação dos recursos genéticos?

O tamanho efetivo populacional pode ser estimado de várias maneiras. O tipo mais comumente utilizado em conservação e melhoramento genético é o tamanho efetivo da variância nas frequências alélicas por causa da deriva. Esse parâmetro é considerado um dos mais importantes para orientar as estratégias de amostragem e seleção de programas de conservação e melhoramento genético.

O tamanho efetivo populacional é inversamente proporcional ao grau de endogamia, ou seja, ao parentesco médio dos indivíduos de uma população. Quanto maior o parentesco, maior o grau de endogamia da população, e menor o tamanho efetivo populacional. Trata-se do número de indivíduos que efetivamente contribui no cruzamento e na manutenção da população.

A estimativa do tamanho efetivo populacional, a priori, pode evitar perdas de alelos em razão da amostragem genética, principalmente em populações pequenas. Para evitar essas perdas, deve-se monitorar o número de populações, progênies e indivíduos amostrados. Isso garantirá o sucesso dos programas de conservação e melhoramento. Para espécies dioicas, a taxa sexual deve ser mantida em torno de 0,5, ou seja, a mesma proporção de macho e fêmea. Em espécies de cruzamento misto e autógamas, o esforço de amostragens deve ser maior para manter um tamanho efetivo populacional adequado. Esse parâmetro pode ser estimado para vários objetivos de uma pesquisa. Para cada situação, o enfoque de representatividade será diferente por causa das diferenças reprodutivas e demográficas de uma espécie. O objetivo de se estimar esse parâmetro é manter a diversidade genética de uma espécie dentro de diferentes populações ou BAG.

Quais plantas medicinais são prioritárias para a coleta e a conservação no Brasil?

Apesar do uso popular de inúmeras plantas medicinais nativas do Brasil, apenas 24 espécies estão aprovadas para uso medicinal, de acordo com a última edição da Farmacopeia Brasileira (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010), e, por isso, devem ser prioritárias para a coleta, caracterização e conservação: *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. – macela; *Baccharis trimera* (Less.) DC. – carqueja; *Casearia sylvestris* Sw. – guaçatonga; *Cordia verbenacea* DC. – erva-baleeira; *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltldl.) Micheli. – chapéu-de-couro; *Eugenia uniflora* L. – pitangueira; *Justicia pectoralis* Jacq – chambá; *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. Ex Britton & P. Wilson – erva-cidreira-de-arbusto; *Lippia sidoides* Cham. – alecrim-pimenta; *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reissek – espinheira-santa; *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker – guaco; *Passiflora alata* Curtis, *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora incarnata* L. – maracujás; *Paullinia cupana* Kunth – guaraná; *Phyllanthus niruri* L. e *Phyllanthus tenellus* Roxb – quebra-pedra; *Pilocarpus microphyllus* Stapf – jaborandi; *Polygonum punctatum* Elliot – erva-de-bicho; *Schinus terebinthifolius* Raddi – aroeira-da-praia; *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. – barbatimão; *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni – estêvia; e *Vernonia polyanthes* Less – assa-peixe.

Quais são as instituições que conservam espécies de plantas medicinais nativas?

No Brasil, ainda são poucas as instituições que se dedicam à conservação dessas espécies. Destacam-se a Embrapa, o IAC, a Unicamp, a Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp) e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). A maioria das coleções é genérica, isto é, com vários acessos de um grande número de gêneros de interesse regional. Na Embrapa, além das coleções genéricas, encontram-se

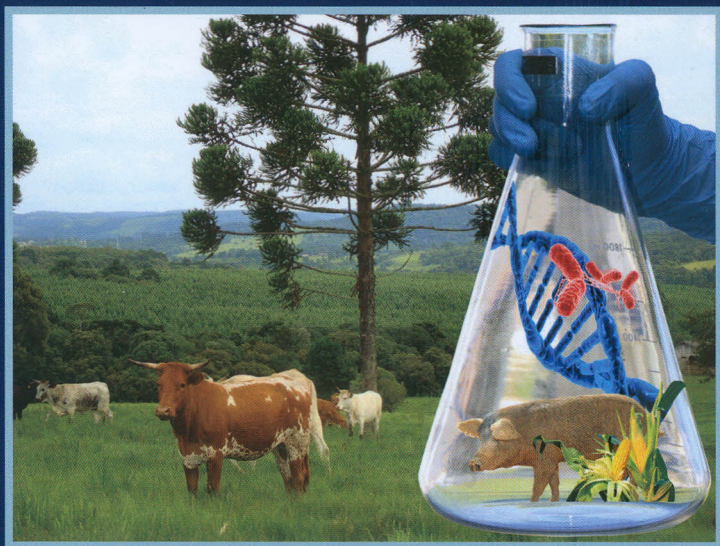
estabelecidos os BAGs específicos de pimenta-longa, unha-de-gato, andiroba, *Croton* spp., *Arrabidaea* spp., ipecacuanha, urucum, timbó, espinheira-santa e ginseng brasileiro.

Referência

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Farmacopeia brasileira**. Brasília, DF: Anvisa, 2010. v. 2. 808 p.

Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas

RECURSOS GENÉTICOS



O produtor pergunta, a Embrapa responde

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



O produtor pergunta, a Embrapa responde

*Samuel Rezende Paiva
Maria do Socorro Maués Albuquerque
Antonieta Nassif Salomão
Solange Carvalho Barrios Roveri José
José Roberto Moreira*

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2019